CONSTRUÇÃO DE INDICADORES SINTÉTICOS PARA TOMADA DE DECISÃO EM GOVERNO: UM TUTORIAL

Hugo Augusto Vasconcelos Medeiros[1,2]

Dalson Britto Figueiredo Filho[2]

Maria Teresa Araújo de Lima[1]

Patrícia Maria Pontual de Lucena[1]

Luisa Silvana de Oliveira Souza[1]

RESUMO

Este artigo apresenta um tutorial sobre como construir indicadores sintéticos. Diante de um cenário complexo com várias métricas disponíveis para a mesma política pública, a criação de indicadores sintéticos tem por objetivo resumir a informação e facilitar a tomada de decisão, especialmente em contextos de priorização de iniciativas e ações. A literatura aponta que o processo de construção de medidas compostas não é trivial, pois, dentre outras questões, existe uma relação inversa entre a associação dos indicadores e a importância da estrutura de ponderação e pesos, ressaltando o impacto do método de cálculo sobre que unidades serão incluídas ou excluídas na priorização. A partir de dados secundários do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), demonstramos o passo a passo de dois procedimentos de síntese para construção de um índice de saneamento: a) soma simples sem peso com indicadores padronizados; b) soma simples com peso e indicadores padronizados. Em seguida, comparamos as mudanças de resultados no indicador sintético para cada procedimento utilizado. Para ampliar o potencial pedagógico da pesquisa, compartilhamos os dados originais e os scripts computacionais para R em um repositório aberto, o que facilita a replicação dos resultados e o reuso do material por outros gestores governamentais. Os resultados contribuem com a literatura sobre análise de sistemas complexos, monitoramento e avaliação, e de gestão pública para resultados, podendo ser úteis para auxiliar o processo de tomada de decisão na gestão de políticas públicas.

[1] Secretaria de Planejamento, Gestão e Desenvolvimento Regional de Pernambuco (SEPLAG-PE). hugoavmedeiros@gmail.com, mariateresa.seplag@gmail.com, patriciapontual@gmail.com, luisa.seplag@gmail.com.

[2] Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). dalson.figueiredofo@ufpe.br.

Palavras-chave: Análise de componentes principais. Indicadores Sintéticos. Tomada de decisão. Projetos. Resultados.

INTRODUÇÃO

Faz parte do cotidiano de qualquer gestor público tomar decisões a partir de evidências. Em particular, considerando os cinco estágios de uma política pública (construção da agenda, formulação, processo decisório, implementação e avaliação), o uso de dados para embasar as escolhas públicas deixou de ser uma recomendação e tornou-se uma necessidade (GERTLER et al, 2018). Dessa forma, a utilização de medidas compostas como índices e escalas desempenha um papel fundamental na aferição de fenômenos complexos e multidimensionais que, em geral, são alvo de interesse das políticas públicas (CIVIL, 2018).

Por exemplo, um programa de combate à violência deve elencar os tipos penais que pretende coibir. Uma política de promoção da saúde de mulheres grávidas tem que avaliar a taxa de morbimortalidade de mães e bebês. Uma intervenção especialmente desenhada para fomentar a segurança no trânsito deve indicar as vias com maior risco de acidentes e letalidade. Em todos os casos o uso de indicadores válidos e confiáveis é um desafio para a gestão pública.

Este artigo contribui com a literatura ao fornecer um tutorial detalhando o processo de criação e validação de indicadores sintéticos[3] (GUIMARÃES, JANNUZZI, 2004). Nosso público-alvo são gestores governamentais e administradores públicos com pouca familiaridade com técnicas de redução de dimensionalidade e generalização de dados, como análise fatorial e análise de componentes principais.

Metodologicamente, o desenho de pesquisa envolve a criação de uma proposta de índice de saneamento a partir de dados secundários do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (MDR, 2022), usando dois métodos de pesos e dois métodos de aglutinação diferentes, conforme o quadro abaixo:

[3] Nos textos em português, encontramos algumas variações para o conceito: “indicador síntese”, “indicador sintético”, “indicador composto”. Também são comuns nomenclaturas semelhantes, mas que usam “índice” no lugar de “indicador”. Em inglês, é mais comum a utilização de “*composite index*” ou de “*summary index*”. Todas essas variações dizem respeito, contudo, ao mesmo conceito. Aqui, optamos por usar “indicador sintético”.

Quadro 1 – Procedimentos utilizados

Método de pesos	Método de aglutinação	Combinação para construção do indicador sintético
Sem pesos / pesos iguais	Soma simples com indicadores padronizados não-linearmente	Soma simples sem peso com indicadores padronizados
Pesos por Análise de Componente Principal	Soma simples com indicadores padronizados não-linearmente	Soma simples com peso e indicadores padronizados

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de Scandar Neto (2006), Mazziotta e Pareto (2013), e Greco et al (2019)

Como literatura disponível aponta, o processo de construção de medidas compostas não é trivial (GUIMARÃES, JANNUZZI, 2004; JANNUZZI, 2002), pois, dentre outras questões, existe, no campo político, uma disputa por quais indicadores serão usados e quais pesos serão atribuídos (SCANDAR NETO, 2006); e, no campo técnico, uma relação inversa entre a associação dos indicadores e a importância da estrutura de ponderação e pesos (GRECO et al, 2019), ressaltando o impacto do método de cálculo sobre que unidades serão incluídas ou excluídas na priorização (HAGERTY, LAND, 2004; SILVA, 2007).

Assim, tomando o saneamento como exemplo, a escolha por um indicador base ou a mudança na estrutura de pesos pode resultar em que, no cenário hipotético 1, o município A seja prioritário para ações e iniciativas da política pública; enquanto, num cenário hipotético 2, ele seja removido da lista de prioritários, dando lugar ao município D, por exemplo.

Por esse motivo, de forma complementar, trazemos também um procedimento de construção de cenários e análise de sensibilidade, na qual, podemos perceber os impactos da escolha de indicadores ou da variação dos pesos sobre a priorização de unidades que irão receber a política pública. Com esse procedimento, é possível, de forma simples, aumentar a autonomia e flexibilidade dos tomadores de decisão sem ter de acrescentar novas métricas ou parâmetros ao modelo.

É importante lembrar ainda que, de acordo com o levantamento presente em Mazziotta e Pareto (2013), a maioria dos indicadores sintéticos mais utilizados, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), utiliza métodos simples de pesos e agregação – os quais, embora possam melhorar o entendimento, tendem a gerar maiores distorções. Portanto, é importante a discussão e utilização de métodos complexos de pesos e agregação para que sejam mais conhecidas suas potencialidades e limitações.

Desse modo, esperamos contribuir com a discussão sobre os potenciais e as limitações de criação de indicadores sintéticos, especialmente no tocante à relação entre os efeitos relacionados a variações no peso e à associação entre os indicadores base. E, de forma prática, acreditamos que nossa proposta s coloca como uma

alternativa viável para gestores públicos que executam atividades de formulação, monitoramento ou avaliação de políticas públicas, e se deparam com a dificuldade de escolher medidas de acompanhamento e priorização.

Com o intuito de facilitar a replicação e aumentar a transparência dos resultados, compartilhamos dados originais e scripts computacionais para R em um repositório aberto <https://osf.io/tdegz/?view_only=752ded88863f4c019388215ca800652b>. Dessa forma, qualquer pessoa poderá reutilizar o material, seja para propósitos pedagógicos, seja para a elaboração de outros índices.

O restante do artigo está organizado em três seções. A próxima parte apresenta os dados e a metodologia, com foco na discussão sobre indicadores sintéticos, análise de componentes principais, padronização de métricas, em como aplicamos esses conceitos e técnicas à base SNIS para construir uma proposta de índice de saneamento. A seção seguinte apresenta e discute os resultados, com foco em como o índice pode ser utilizado e em como a variação de pesos influencia a priorização de unidades. A última parte apresenta a conclusão do estudo, com o sumário do que foi apresentado anteriormente, bem como indicações de limitações e sugestões de estudos futuros.

DADOS E MÉTODOS

Essa seção descreve as principais características do desenho de pesquisa com o objetivo de aumentar a transparência e facilitar a replicação dos resultados (KING, 2015). O quadro abaixo sumariza as informações de interesse.

Quadro 2 – Desenho de Pesquisa

População	185 municípios
Variáveis	Índice de atendimento de água (TOTAL) – IAA Índice de atendimento de esgoto (TOTAL) – IAE Índice de esgoto tratado (TOTAL) – IEE Duração média das intermitências – DMI Consumo de água per capita – CAP
Técnicas	Análise exploratória espacial, análise de componentes principais e análise de sensibilidade
Fontes	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (dados de 2021)
Softwares	Microsoft Excel e R *Statistical*

Fonte: Elaborada pelos autores

Tecnicamente, empregamos estatística descritiva, análise de sensibilidade e análise de componentes principais para reduzir a dimensionalidade da base de dados e identificar indicador sintético capaz de representar a informação das variáveis originais de forma sintética. Os dados foram inicialmente armazenados com auxílio

do Microsoft Excel e todas as análises estatísticas foram implementadas a partir do R *Statistical*, versão 4.3.1, com utilização dos pacotes *DecisionAnalysis* (DEEHR et al, 2018), *Leaflet* (CHENG, KARAMBELKAR, XIE, 2023) e *Ggplot2* (WICHAM, 2016).

A partir da classificação proposta por Mazziotta e Pareto (2013), e por Greco et al (2019), pontuamos que a construção de indicadores sintéticos pode ser resumida em quatro passos: (1) **análise do domínio**, que envolve conhecer a temática, as fontes e indicadores disponíveis; (2) **estimativa dos pesos**, que pode ser feita usando pesos iguais, de forma orientada a dados (quantitativa) ou de forma orientada ao domínio (qualitativa); (3) **agregação dos dados**, com abordagens compensatórias, como a linear, e não compensatórias, como a baseada em estruturas de preferência; (4) **análise de robustez**, em que se observa as variações na priorização de acordo com mudanças na cesta de indicadores ou no peso atribuído a eles.

Para este estudo, o **domínio** é os dados do SNIS, que envolvem água, esgoto e coleta de resíduos. Os dados estão no agregado municipal, e o ano disponível mais atual é 2021. A população de interesse contempla 185 municípios pernambucanos. Na construção do indicador sintético, não foram utilizados indicadores de coleta, apenas de água e esgoto. O indicador sintético teve por base os seguintes indicadores:

Quadro 3 – Lista de variáveis (indicadores)

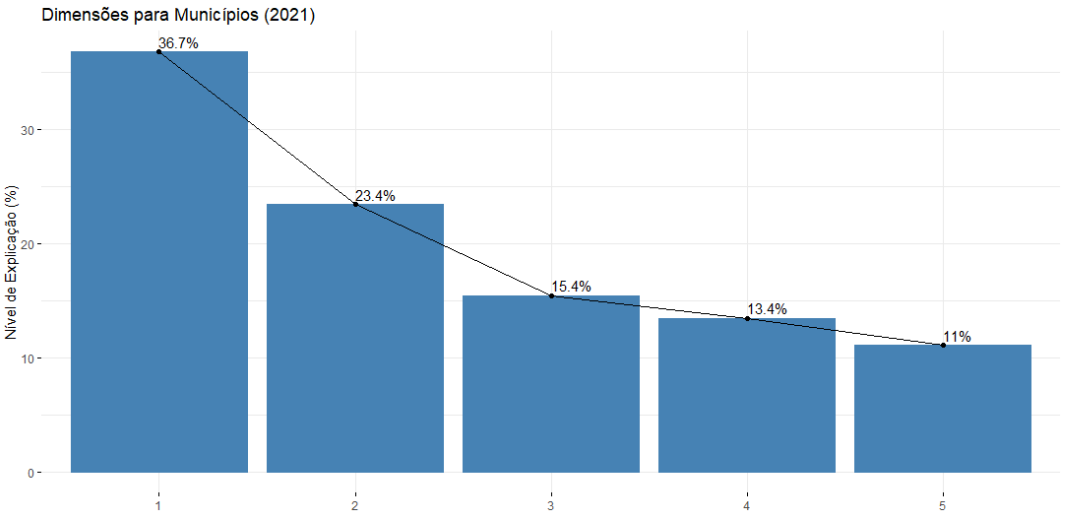
Indicador	Definição	Polaridade
Índice de atendimento de água (TOTAL) – IAA	Percentual da população residente do município com acesso à água tratada	Positiva
Índice de atendimento de esgoto (TOTAL) – IAE	Percentual da população residente do município vivendo em domicílios com esgotamento sanitário	Positiva
Índice de esgoto tratado (TOTAL) – IET	Percentual da população residente do município vivendo em domicílios com acesso a esgoto tratado	Positiva
Duração média das intermitências – DMI	Duração média das intermitências em abastecimento de água, em dias por interrupção	Negativa
Consumo de água per capita – CAP	Consumo médio per capita de água tratada, em litro por habitante por dia.	Positiva.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de MDR (2022)

A escolha foi guiada pela priorização de indicadores de produto e resultado, tendo em vista uma melhor percepção sobre a disponibilidade e qualidade dos bens e serviços oferecidos nos municípios presentes na população estudada (JANNUZZI, 2005).

Para a **estimativa dos pesos**, utilizamos tanto o modelo sem pesos, quanto de pesos oriundos de análise de componente principal. A análise de componente principal é uma técnica de análise de dados que permite estimar quais componentes não observáveis são comuns a diferentes indicadores, bem como qual porcentagem dos indicadores por de resumida por um dado componente (SCANDAR NETO, 2006), como podemos ver no gráfico abaixo:

Figura 1 – Componentes principais



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de MDR (2022)

Percebemos que os cinco indicadores deste estudo podem ser resumidos em cinco componentes principais, com níveis diferentes de explicação percentual dos indicadores originais. Com isso, é possível tanto eleger o primeiro componente como resumo, quanto combinar os componentes para identificar os pesos de cada indicador, conforme a tabela abaixo:

Tabela 1 – Pesos dos indicadores base em cada componente (INICIAL)

Indicador	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 5
IAA	-0,545	-0,007	+0,547	-0,108	+0,627
IAE	-0,385	-0,550	-0,310	-0,648	-0,181
IET	-0,502	-0,001	-0,368	+0,543	+0,214
DMI	-0,544	+0,267	+0,312	+0,147	+0,717
CAP’	+0,088	-0,791	+0,315	+0,502	-0,121

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de MDR (2022)

Como afirma SCANDAR NETO (2006), os sinais e pesos precisam ser tratados uma vez que os indicadores possuem polaridade diferentes na composição dos componentes. No nosso caso, uma vez que todos os componentes possuem pelo

menos 10% de explicação, entendemos ser importante manter todos. Em adição, uma vez que queremos os pesos de cada indicador para um índice sintético, e que podemos tratar o sinal quando da criação do escore, optamos por usar os módulos dos pesos dos indicadores nos componentes, e somar as linhas. Finalmente, para gerar os pesos percentuais, dividimos cada peso pelo somatório. A tabela abaixo resume e apresenta o resultado:

Tabela 2 – Pesos dos indicadores base em cada componente (FINAL)

Indicador	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 5	Peso final	Peso Perc.
IAA	+0,545	+0,007	+0,547	+0,108	+0,627	1,834	19,1%
IAE	+0,385	+0,550	+0,310	+0,648	+0,181	2,074	21,6%
IET	+0,502	+0,001	+0,368	+0,543	+0,214	1,898	19,8%
DMI	+0,544	+0,267	+0,312	+0,147	+0,717	1,987	20,7%
CAP’	+0,088	+0,791	+0,315	+0,502	+0,121	1,817	18,9%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de MDR (2022)

De posse dos pesos, fizemos o processo de padronização utilizando o método não-linear de curva de utilidade. Nesse processo, primeiro cada indicador é padronizado em valores de 0 a 1, tomando por referência os pontos mínimo, máximo e médio da sua distribuição nas unidades analisadas (DEEHR et al, 2018) – municípios de Pernambuco, no nosso caso.

A utilização de padronização não-linear se justifica porque como os indicadores base têm escalas, polaridades e funções distintas, não podemos presumir que seu comportamento seja linear, sendo mais adequada, portanto, a utilização de um método não linear (DEEHR et al, 2018; MAZZIOTA, PARETO, 2013).

Em seguida, realizamos a **agregação** por soma ponderada por pesos: os valores finais do índice são calculados multiplicando cada indicador base padronizado (escore do indicador) pelo seu peso, estimado utilizando componentes principais, conforme descrito há pouco (DEEHR et al, 2018). Abaixo, apresentamos o resumo do procedimento, usando Recife como exemplo:

Escore IAA_{Recife} = Utilidade (IAA_{Recife})
Escore IAE_{Recife} = Utilidade (IAE_{Recife})
Escore IET_{Recife} = Utilidade (IET_{Recife})
Escore DMI_{Recife} = Utilidade (DMI_{Recife})
Escore CAP_{Recife} = Utilidade (CAP_{Recife})

Índice de $Saneamento_{Recife}$ = Escore IAA_{Recife} * Peso IAA + Escore IAE_{Recife} * Peso IAE + Escore IET_{Recife} * Peso IET + Escore DMI_{Recife} * Peso DMI + Escore CAP_{Recife} * Peso CAP

Após esse processo, temos o índice de saneamento de cada município.

RESULTADOS

Tabela 3 – 10 municípios com melhores índices de saneamento usando pesos a partir de PCA

Município	Região de Desenvolvimento	EscorePCA	EscoreSemPesos
Tamandaré	Mata Sul	0,935	0,9318
Fernando de Noronha	Metropolitana Recife	0,931	0,934
Petrolina	Sertão do São Francisco	0,865	0,864
Recife	Metropolitana Recife	0,849	0,848
Paulista	Metropolitana Recife	0,822	0,821
Salgueiro	Sertão Central	0,818	0,818
Olinda	Metropolitana Recife	0,809	0,809
Barreiros	Mata Sul	0,776	0,775
Cabo de Santo Agostinho	Metropolitana Recife	0,773	0,783
Garanhuns	Agreste Meridional	0,772	0,778

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de MDR (2022)

Tabela 4 – 10 municípios com melhores índices de saneamento sem pesos

Município	Região de Desenvolvimento	EscorePCA	EscoreSemPesos
Fernando de Noronha	Metropolitana Recife	0,931	0,934
Tamandaré	Mata Sul	0,935	0,931
Petrolina	Sertão do São Francisco	0,865	0,864
Recife	Metropolitana Recife	0,849	0,848
Paulista	Metropolitana Recife	0,822	0,821
Salgueiro	Sertão Central	0,818	0,818
Olinda	Metropolitana Recife	0,809	0,809
Cabo de Santo Agostinho	Metropolitana Recife	0,773	0,783
Garanhuns	Agreste Meridional	0,772	0,778
Barreiros	Mata Sul	0,776	0,775

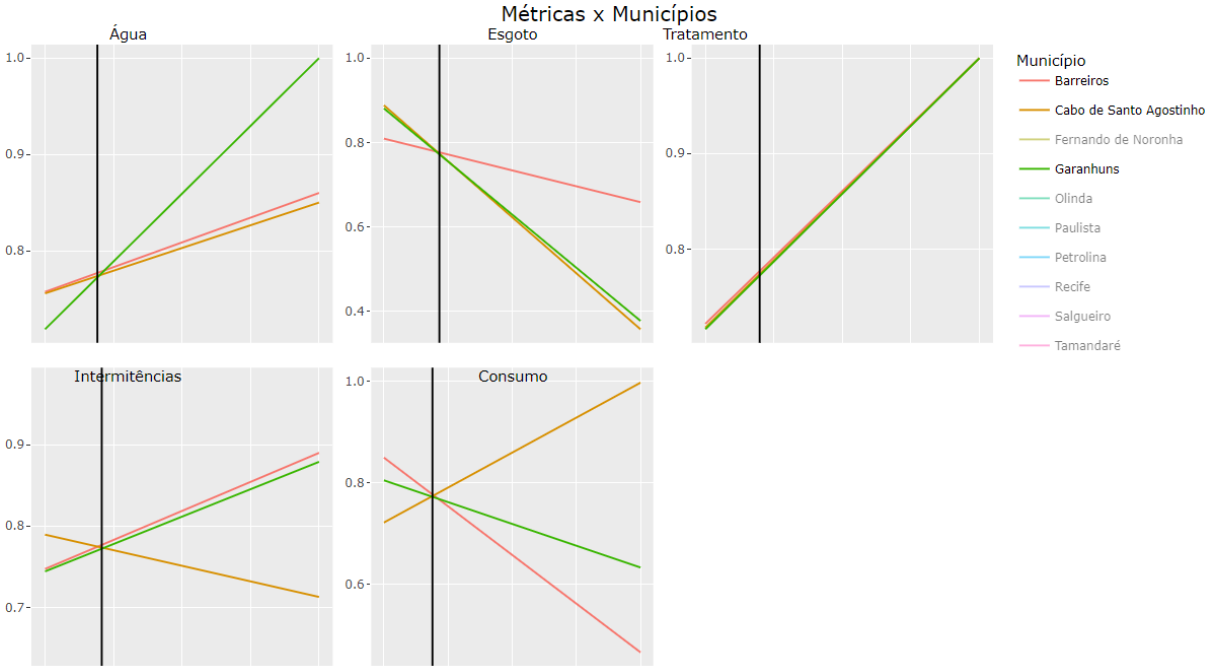
Fonte: Elaborada pelos autores a partir de MDR (2022)

Embora os 10 municípios mantenham-se os mesmos nas duas tabelas acima, podemos perceber que há diferenças na ordem quando usamos um procedimento sem pesos e com pesos.

Ainda que os pesos estimados por PCA estejam próximos dos pesos base, percebemos variação. Uma vez que num modelo sem pesos com 5 indicadores, na verdade usamos um peso base de 0.2, e que o PCA resultou pesos entre 2,074 e 1,817, mesmo essa diferença pequena resulta em variação na ordem dos municípios. Por isso, independentemente do procedimento utilizado, é importante utilizar um sistema que permite analisar a robustez do índice, ou seja, que permita observar as variações de acordo com mudanças nos pesos. No nosso caso, utilizamos **análise de sensibilidade**, em que, partindo do peso de referência, observamos o que

acontece com as unidades conforme implementamos variações para mais ou para menos no peso do indicador em relação ao índice final (GRECO et al, 2019).

Figura 2 – Análise de sensibilidade usando os municípios de Barreiros, Cabo de Santo Agostinho e Garanhuns



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de MDR (2022).

No gráfico acima, podemos observar a variação na posição dos municípios Barreiros, Cabo de Santo Agostinho e Garanhuns de acordo com 1) os indicadores base; e 2) a recalibração dos pesos. Se pegamos água (IAA), e aumentarmos o peso do indicador, observamos que o índice sintético de Saneamento de Garanhuns vai aumentando progressivamente, a um passo mais rápido que os outros dois municípios. Por outro lado, se aumentarmos o peso do consumo (CAP), notamos que o índice sintético de Garanhuns desce, enquanto o do Cabo de Santo Agostinho passa a subir.

Desse modo, mesmo a variação nos índices sintéticos sendo pequena quando usamos o procedimento PCA em comparação com o procedimento sem pesos, parece ser mais indicado utilizar o primeiro, uma vez que a análise de robustez mostra que mudanças nos valores dos pesos podem acarretar variações grandes nos índices dos diferentes municípios.

CONCLUSÃO

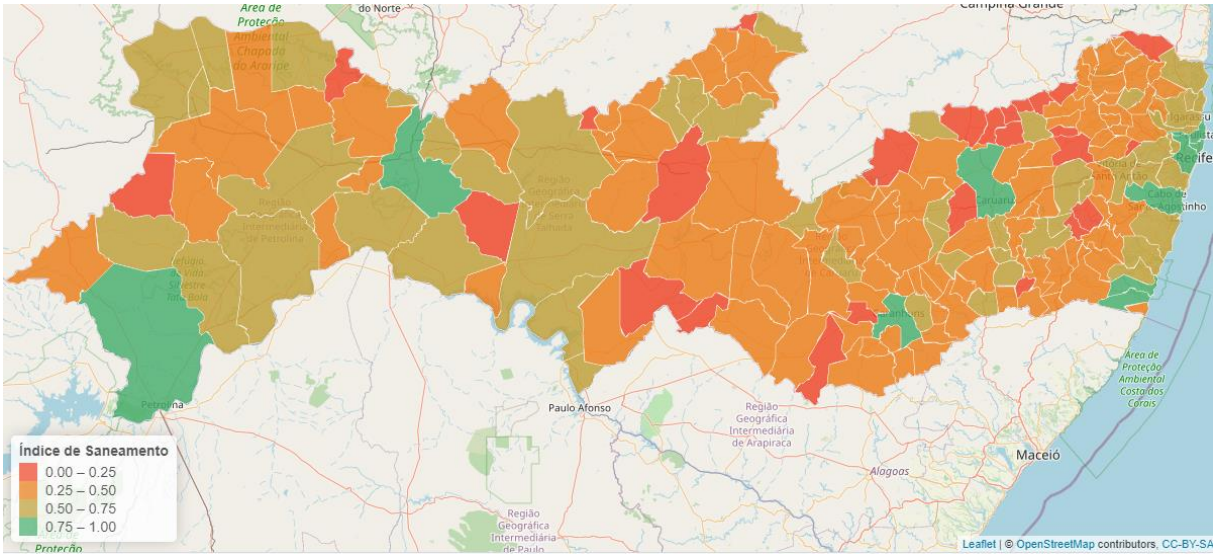
A formulação de políticas públicas baseadas em evidências é elemento decisivo para elevar o impacto das intervenções governamentais. Os desafios enfrentados nesse processo são numerosos - passando pela definição dos temas de interesse, a viabilização técnica e orçamentária dos programas e a adoção de

critérios de priorização das ações estratégicas. Nessa perspectiva, a criação de indicadores sintéticos é um procedimento decisivo para fundamentar a elaboração, monitoramento e a avaliação das políticas implementadas pelo Estado.

Este artigo apresentou um tutorial sobre como criar e validar indicadores sintéticos. Escrevemos para um público-alvo específico: gestores governamentais e administradores públicos responsáveis pela produção de informações confiáveis que possam auxiliar o processo de tomada de decisão. Nosso exemplo pedagógico diz respeito à estimação de um índice de saneamento a partir de dados secundários do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Tecnicamente, mostramos o passo a passo da construção do índice a partir de diferentes métodos de atribuição de peso, com aglutinação por soma ponderada e padronização via modelos não lineares.

As evidências apresentadas indicam que a melhor estruturação para o índice sintético de saneamento é usar indicadores padronizados através de método não-linear e soma com pesos calculados a partir de análise de componente principal. Essa modelagem foi escolhida, pois, como vimos na análise de sensibilidade, uma vez que os indicadores base são heterogêneos, modificações no peso de um indicador base pode gerar alterações relevantes no índice, bem como na própria estrutura do indicador, mexendo, portanto, com a priorização. Assim, chegamos ao mapa abaixo:

Figura 3 – Índice de saneamento com escores padronizados e pesos por componentes principais.



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de IBGE (2022) e MDR (2022).

No mapa, podemos observar que, não obstante as variações e o procedimento utilizado, um índice sintético é capaz de comunicar mais rápida e claramente onde estão os desafios que devem ser alvo de uma política pública. Assim, é fácil identificar que a Região Metropolitana do Estado, em geral, possui bons índices, assim como o Sertão do São Francisco, enquanto a região do Agreste,

especialmente o Agreste Setentrional, apresenta os piores valores no índice sintético de saneamento.

Como limitação, apontamos os seguintes obstáculos: 1) disponibilidade dos dados com defasagem, uma vez que estamos criando um índice sintético em 2023 com dados de 2021, sendo necessário, portanto, inferir com base em outra fonte de dados, se houve mudança significativa nos indicadores (como, em exemplo hipotético, a implementação de uma estação de tratamento de esgoto em algum município em que o respectivo indicador apresenta resultado ruim); 2) a utilização de métodos mais robustos, com a análise de componente principal e a padronização não linear por função de utilidade esperada, ao passo em que tornam o índice mais preciso, diminuem a capacidade de compreensão acerca de sua construção; 3) a baixa utilização e o baixo número de estudos sobre índices sintéticos no Brasil, especialmente usando métodos mais robustos, faz com que haja pouca referência de comparação para a Administração Pública.

Acreditamos que os resultados deste artigo contribuem com a literatura sobre análise de sistemas complexos, monitoramento e avaliação, e sejam úteis para facilitar a utilização de indicadores sintéticos na administração pública, permitindo que gestores públicos consigam resumir indicadores e informações complexas, bem como, usando análise de sensibilidade, observar de forma simplifica o comportamento de unidades prioritárias.

REFERÊNCIAS

CASA CIVIL. **Avaliação de políticas públicas: guia prático de análise ex post.** Brasília: Casa Civil da Presidência da República, 2018.

CHENG, Joe; KARAMBELKAR, Bhaskar; XIE, Yihui. ***leaflet: Create Interactive Web Maps with the JavaScript 'Leaflet'***. 2023. R package version 2.1.2, https://CRAN.R-project.org/package=leaflet.

DEEHR, Josh; SMITH, Christopher; FREELS, Jason; MEYER, Emily. ***DecisionAnalysis: Implementation of Multi Objective Decision Analysis***. 2018.

GERTLER, Paul; MARTINEZ, Sebastian; RAWLINGS, Laura B.; PREMAND, Patrick; VERMEERSCH, Christel M. J. **Avaliação de Impacto na Prática**. Washington: Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial, 2018.

GRECO, Salvatore; ISHIZAKA, Alessio; TASIOU, Menelaos; TORRISI, Gianpiero. *On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness*. **Soc Indic Res**, v. 141, n.1, p. 61-94, 2019.

GUIMARÃES, José Ribeiro Soares; JANNUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores Sintéticos no processo de formulação e avaliação de políticas públicas; limites e legitimidades**. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 14., 2004, Caxambú-MG. Anais, Caxambú-MG: ABEP, 2004. p. 1-18.

HAGERTY, Michael R.; LAND, Kenneth C. ***Constructing Summary Indices of Social Well-Being: A Model for the Effect of Heterogeneous Importance Weights***. *Revision of a paper presented at the annual meeting of the American Sociological Association*, Chicago, IL, August 16-19, 2002. Califórnia: Davis, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal – Pernambuco**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html. Acesso em: 30 set. 2023.

JANNUZZI, Paulo de Martino. Considerações sobre o uso, mau uso e abuso dos indicadores sociais na formulação e avaliação de políticas públicas municipais. **RAP**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p. 51-72, 2002.

_____ . Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. **Revista do Serviço Público**, v. 56, n. 2, p, 137-160, 2005.

KING, Gary. Replicação, Replicação. **Revista Eletrônica de Ciência Política**, v. 6, n. 2, p.382-401, 2015.

MAZZIOTTA, Matteo; PARETO, Adriano. *Methods for constructing composite indices: one for all or all for one?*. ***Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica***, v. 67, n. 2, p. 67-80, 2013.

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Brasília: MRD, 2022. Disponível em: http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#. Acesso em: 30 set. 2023.

SCANDAR NETO, Wadih João. **Síntese que organiza o olhar: uma proposta para construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação para os municípios fluminenses**. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rio de Janeiro, p. 121. 2006.

WICKHAM, Hadley. ***ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis***. 2016. https://ggplot2.tidyverse.org.